

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

Part 2  
J#



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

1999年10月27日

出願番号  
Application Number:

平成11年特許願第305012号

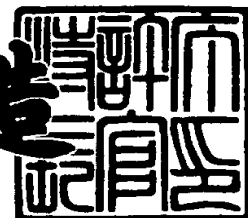
出願人  
Applicant(s):

株式会社村田製作所

2000年 9月18日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3073804

【書類名】 特許願

【整理番号】 199184

【提出日】 平成11年10月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01F 1/34

【発明者】

    【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

    【氏名】 伴野 国三郎

【発明者】

    【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

    【氏名】 戸田 崇

【発明者】

    【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

    【氏名】 大沢 隆司

【発明者】

    【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

    【氏名】 福島 光宏

【発明者】

    【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

    【氏名】 丸澤 博

【特許出願人】

    【識別番号】 000006231

    【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

    【代表者】 村田 泰隆

【代理人】

【識別番号】 100085143

【弁理士】

【氏名又は名称】 小柴 雅昭

【電話番号】 06-6779-1498

【選任した代理人】

【識別番号】 100103517

【弁理士】

【氏名又は名称】 岡本 寛之

【電話番号】 06-6779-1498

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 040970

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 複合磁性材料およびインダクタ素子

【特許請求の範囲】

【請求項1】 フェライト粉末と樹脂とを含み、前記フェライト粉末は、少なくともNiおよびCoを含有するスピネル型フェライトからなる、複合磁性材料。

【請求項2】 前記フェライトは、 $(\text{NiO})_x (\text{CoO})_y (\text{MeO})_z (\text{Fe}_2\text{O}_3)_{1-x-y-z}$  で表わされる組成を有し、MeはMg、CuおよびZnから選ばれる少なくとも1種であり、x、yおよびzが、それぞれ、

$0.10 \leq x \leq 0.550$ 、

$0.025 \leq y \leq 0.200$ 、および

$0 \leq z \leq 0.200$

であり、かつ、

$0.400 \leq (x+y+z) \leq 0.600$

の条件を満足する、スピネル型フェライトである、請求項1に記載の複合磁性材料。

【請求項3】 請求項1または2に記載の複合磁性材料からなる磁性体を備える、インダクタ素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、フェライト粉末と樹脂とを含む複合磁性材料およびそれを用いて構成されるインダクタ素子に関するもので、特に、高周波用途の電子部品において有利に用いられる複合磁性材料およびインダクタ素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

携帯電話機、無線LAN等の移動体通信機に備える高周波回路において、インピーダンス・マッチング用、共振用、あるいはチョーク用として、数GHzまでの周波数をカバーする空芯コイル構造のインダクタ素子、たとえばチップインダ

クタが使用されている。

【0003】

しかしながら、空芯コイルは、非磁性材料を磁芯として巻き線を施すか、非磁性材料の上にコイルパターンを形成したものであるため、所望のインダクタンスを得るためには、コイルの巻き数を多くしなければならず、小型化を進めるという点で制約となっていた。また、巻き数に比例して巻き線の抵抗も大きくなるため、高いQ（利得）を持つインダクタが得られないという問題も抱えていた。

【0004】

これらの問題を解決するために、高周波用フェライトを磁芯として用いたインダクタも検討されてきた。フェライト磁芯を用いることによって、磁芯材料の透磁率に応じて、コイルの巻き数を減らすことが可能となり、小型化を実現できるが、フェライト焼結体には磁壁運動に起因する周波数緩和現象があり、最も高周波特性に優れていると言われているフェロックスプレーナ型フェライト焼結体を用いても、高いQを維持できる周波数は300MHz程度までであった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

そこで、この発明の目的は、数MHzから数GHzの周波数帯において、非磁性材料と比較して大きな透磁率を持ち、かつ、数GHzの周波数帯まで比較的高い利得Qを維持し得る、磁性材料を提供しようとするものである。

【0006】

この発明の他の目的は、上述した磁性材料を用いることによって、小型でかつ高いQを与え得る、インダクタ素子を提供しようとするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

フェライト焼結体材料は、交流磁界において、低周波から高周波に向かって、磁壁運動緩和を経て回転磁化共鳴に到達する、という磁化機構を有している。磁性材料のQの周波数特性という点から見ると、磁壁運動緩和が起こる周波数でQが急激に低下した後、回転磁化共鳴点に向かってさらに低下していく。

【0008】

数GHzの周波数帯まで高いQを保つためには、まず磁壁運動を完全に止め、その上で回転磁化共鳴周波数を数GHzよりも高い周波数に移す必要がある。

【0009】

種々の研究の結果、フェライト粒子の1つずつが単磁区粒子となるような粒径のフェライト粉末を非磁性マトリックス中に分散させることにより、磁壁運動によるQの劣化を完全に止められることが確認された。

【0010】

また、NiフェライトのNiをCoで置換していくと、その置換量に応じて回転磁化共鳴周波数が高くなっていくことを見出した。

【0011】

以上の要素を組み合わせて、NiCoフェライト粉末を高濃度に樹脂中に分散させた複合フェライト材料とすることによって、これが高周波インダクタ用磁芯として好適な特性を与え得ることに着目し、この発明をなすに至ったものである。

【0012】

すなわち、この発明は、複合磁性材料に向けられるものであって、この複合磁性材料は、フェライト粉末と樹脂とを含み、フェライト粉末は、少なくともNiおよびCoを含有するスピネル型フェライトからなるものであることを特徴としている。

【0013】

この発明に係る複合磁性材料において、好ましくは、上述のフェライトは、 $(\text{NiO})_x (\text{CoO})_y (\text{MeO})_z (\text{Fe}_2\text{O}_3)_{1-x-y-z}$  で表わされる組成を有し、MeはMg、CuおよびZnから選ばれる少なくとも1種であり、x、yおよびzが、それぞれ、 $0.10 \leq x \leq 0.550$ 、 $0.025 \leq y \leq 0.200$ 、および $0 \leq z \leq 0.200$ であり、かつ、 $0.400 \leq (x+y+z) \leq 0.600$ の条件を満足する、スピネル型フェライトである。

【0014】

上述した組成において、複合磁性材料の磁気的特性に影響しない範囲で、Niの一部をBe、Ca、Sr、Ba、Ti、V、Cr、Mn等に置換したり、また

、Feの一部をAl、Ga、In、Tl等に置換したりしてもよい。

【0015】

また、樹脂については、任意の種類のもを使用できるが、このような樹脂に対して、樹脂分散剤等の添加剤を複合材料の磁気的特性に影響しない範囲で添加してもよい。

【0016】

この発明に係る複合磁性材料は、フェライト焼結体とは異なり、磁壁運動緩和のないフェライト粉末を樹脂に混合したものである。このような複合磁性材料によれば、フェライト粉末の回転磁化共鳴周波数を数GHzよりも高い周波数に上げているため、数GHz領域まで比較的高いQを維持することができる。

【0017】

この発明は、また、上述したような複合磁性材料からなる磁性体を備える、インダクタ素子にも向けられる。

【0018】

【発明の実施の形態】

図1は、この発明の一実施形態によるインダクタ素子1の外観を示す斜視図である。図1において、インダクタ素子1は、その一部において破断されて示されている。

【0019】

インダクタ素子1は、チップインダクタを構成するもので、円柱状の磁芯2を備えている。磁芯2の外周面上には、被覆の施された巻き線3が巻回されている。磁芯2の各端部には、金属からなるキャップ状の端子部材4および5が被せられる。

【0020】

巻き線3は、その両端部において被覆が剥がされ、このように被覆が剥がされた一方端部が一方の端子部材4に、同じく他方端部が他方の端子部材5にそれぞれ電氣的に接続される。

【0021】

この発明に係る複合磁性材料は、たとえば、上述したようなインダクタ素子1



に備える磁芯 2 を構成するための材料として、あるいは、他の構造のインダクタ素子に備える磁性体として有利に用いることができる。

## 【0022】

この発明に係る複合磁性材料は、前述したような組成を有するものであるが、その詳細を、実施例に基づいて以下に説明する。

## 【0023】

## 【実施例】

表 1 に示すフェライト組成（モル比）となるように、原料である各種金属酸化物を調合し、ボールミルにて 24 時間湿式混合した。

## 【0024】

【表 1】

試料番号	NiO	CoO	MgO	CuO	ZnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
* 1	0.050	0.200	0	0.150	0	0.600
2	0.100	0.200	0	0.100	0	0.600
3	0.550	0.050	0	0	0	0.400
* 4	0.575	0.025	0	0	0	0.400
* 5	0.505	0	0	0	0	0.495
* 6	0.495	0.010	0	0	0	0.495
7	0.480	0.025	0	0	0	0.495
8	0.455	0.050	0	0	0	0.495
9	0.405	0.100	0	0	0	0.495
10	0.355	0.150	0	0	0	0.495
11	0.305	0.200	0	0	0	0.495
* 12	0.255	0.250	0	0	0	0.495
* 13	0.205	0.300	0	0	0	0.495
14	0.405	0.050	0.050	0	0	0.495
15	0.405	0.050	0	0.050	0	0.495
16	0.405	0.050	0	0	0.050	0.495
17	0.305	0.100	0.100	0	0	0.495
18	0.205	0.100	0.200	0	0	0.495
* 19	0.105	0.100	0.300	0	0	0.495
* 20	0.550	0.100	0	0	0	0.350
21	0.500	0.100	0	0	0	0.400
22	0.450	0.100	0	0	0	0.450
23	0.350	0.100	0	0	0	0.550
24	0.300	0.100	0	0	0	0.600
* 25	0.250	0.100	0	0	0	0.650

【 0 0 2 5 】

次に、上述の混合粉末を大気中において 1 0 0 0 ℃ の温度で 2 時間仮焼した後、ボールミルにて 2 4 時間湿式粉碎した。

【 0 0 2 6 】

このようにして得られたフェライト粉末の粉体真密度を気体置換法により測定し、この結果を用いて、フェライト粉末とポリプロピレン樹脂とが容量比で 5 0 / 5 0 となるように複合材料を調合した。

【 0 0 2 7 】

次に、熱ロールを用いて、上述の複合材料を混合した後、圧縮プレスにより、直径が 8 mm で軸線方向長さが 1 5 mm の円柱状テストピースを作製し、旋盤加工の後、S - パラメータ法にて、周波数 5 0 0 MHz、1 GHz および 2 GHz のそれぞれにおいて、磁気的特性を評価した。

【 0 0 2 8 】

また、比較例として、Ni (Mg, Cu) フェライトの焼結体を作製し、上述した方法と同様の方法によって、その磁気的特性を評価した。

【 0 0 2 9 】

表 2 には、上述のようにして磁気的特性が評価された、表 1 に示す各試料に係る複合磁性材料および上述の比較例に係る焼結体の各々についての複素透磁率の実数部  $\mu'$  および利得 Q が示されている。

【 0 0 3 0 】

【表 2】

試料番号	$\mu'$			Q		
	500MHz	1GHz	2GHz	500MHz	1GHz	2GHz
* 1	1.2	1.2	1.2	200	200	190
2	1.5	1.5	1.5	190	190	190
3	1.8	1.8	1.7	190	190	170
* 4	1.3	1.3	1.3	190	190	180
* 5	2.5	2.5	2.2	18	8	4
* 6	2.5	2.8	2.4	80	10	2
7	2.2	2.2	2.1	150	150	80
8	2.0	2.0	2.0	180	180	150
9	1.8	1.8	1.8	180	180	160
10	1.7	1.7	1.7	180	180	160
11	1.5	1.5	1.5	190	190	170
* 12	1.2	1.2	1.2	200	200	190
* 13	1.1	1.1	1.1	200	200	200
14	1.8	1.8	1.8	180	180	160
15	1.8	1.8	1.8	180	180	150
16	2.2	2.2	2.2	100	100	80
17	2.0	2.0	2.0	160	160	150
18	2.2	2.2	2.1	160	160	140
* 19	2.6	2.6	2.5	100	10	4
* 20	1.3	1.3	1.3	200	200	200
21	1.7	1.7	1.6	190	190	180
22	1.8	1.8	1.8	180	180	160
23	1.8	1.8	1.8	180	180	170
24	1.6	1.6	1.6	190	190	190
* 25	1.2	1.2	1.2	200	200	200
比較例	7.6	4.9	2.6	2	<1	<1

## 【0031】

また、試料 8 と比較例とを比較するため、これら試料 8 と比較例とについての周波数と透磁率  $\mu'$  との関係が図 2 に示され、また、同じく周波数と利得 Q との関係が図 3 に示されている。また、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  が 49.5 モル% の系において、 $\text{CoO}$  量と周波数 2 GHz での透磁率  $\mu'$  との関係が図 4 に示され、同じく  $\text{CoO}$  量と周波数 2 GHz での利得 Q との関係が図 5 に示されている。

## 【0032】

図 2 および図 3 ならびに表 2 を参照すれば、 $\text{Co}$  を含まない点でこの発明の範

囲外にある試料 5 を除いて、試料 1～25 によれば、比較例と比較として、大体において、非磁性体である樹脂の影響で透磁率が低くなるものの、磁壁共鳴に起因する磁気的特性の低下がなく、GHz 領域まで比較的良好な磁気的特性、すなわち透磁率  $\mu'$  および利得 Q を示す傾向があることがわかる。

## 【0033】

表 1 を参照して、試料 1～4 においては、NiO が 0.050～0.575 モル%の範囲で変更され、試料 5～13 においては、CoO が 0～0.300 モル%の範囲で変更され、試料 14～19 においては、NiO の一部が MgO、CuO または ZnO のいずれかで置換され、かつ MgO については 0.050～0.300 モル%の範囲で変更され、試料 20～25 においては、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が 0.350～0.650 モル%の範囲で変更されている。

## 【0034】

この発明の好ましい実施態様においては、前述したように、フェライトは、 $(\text{NiO})_x (\text{CoO})_y (\text{MeO})_z (\text{Fe}_2\text{O}_3)_{1-x-y-z}$  で表わされる組成を有し、Me は Mg、Cu および Zn から選ばれる少なくとも 1 種であり、 $x$ 、 $y$  および  $z$  が、それぞれ、 $0.10 \leq x \leq 0.550$ 、 $0.025 \leq y \leq 0.200$ 、および  $0 \leq z \leq 0.200$  であり、かつ、 $0.400 \leq (x+y+z) \leq 0.600$  の条件を満足する、スピネル型フェライトである。

## 【0035】

表 1 および表 2 において、この好ましい実施態様から外れるものについては、その試料番号に \* が付されている。

## 【0036】

このようなこの発明の好ましい実施態様における組成範囲は、表 1 および表 2 を参照することによって確認することができる。

## 【0037】

試料 1～4 において、試料 2 および 3 が好ましい範囲内にあり、試料 1 および 4 が好ましい範囲から外れている。これら試料 1～4 の間で比較すると、NiO がモル比で 0.10 未満である試料 1 および 0.550 を超える試料 4 では、試料 2 および 3 に比べて、透磁率  $\mu'$  が低くなっている。

## 【0038】

試料5～13において、試料7～11が好ましい範囲内にあり、試料5、6、12および13が好ましい範囲から外れている。これら試料5～13の間で比較すると、試料5および6のように、CoOがモル比で0.025未満になると、比較的高い透磁率 $\mu'$ が得られるものの、利得Qが低下する。他方、試料12および13のように、CoOがモル比で0.200を超えると、比較的高い利得Qを示すものの、透磁率 $\mu'$ が低下している。

## 【0039】

上述のことが、図4および図5によって確認することができる。すなわち、Co量が2.5モル%以上かつ20モル%以下のとき、透磁率 $\mu'$ および利得Qの双方において比較的良好な磁気的特性を示している。

## 【0040】

試料14～19において、試料14～18が好ましい範囲内にあり、試料19が好ましい範囲から外れている。試料19のように、置換成分としてのMgOがモル比で0.200を超えると、比較的高い透磁率 $\mu'$ が得られるものの、利得Qが低下している。

## 【0041】

なお、試料14～19のように、Niの一部をMg、CuまたはZnに置換したことによる効果について考察するため、NiOとMgO、CuOまたはZnOとの合計モル比が等しい、試料8と試料14～16との間で比較すると、磁気的特性に大きな低下はなく、また、試料9と試料17～19との間で比較すると、利得Qが低下する傾向が見られるものの、透磁率 $\mu'$ については、より高くできることがわかる。

## 【0042】

## 【発明の効果】

以上のように、この発明によれば、数MHzから数GHzの周波数帯において、比較的大きな透磁率を与えることができ、かつ、GHz領域まで高い利得Qを維持し得る複合磁性材料を得ることができる。

## 【0043】

したがって、このような複合磁性材料を磁性体として用いて構成されたインダクタ素子によれば、小型で高いQを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明の一実施形態によるインダクタ素子 1 を示す斜視図であり、その一部を破断して示している。

【図 2】

この発明に従って作製された試料 8 に係る複合磁性材料と比較例としてのフェライト焼結体についての周波数と透磁率  $\mu'$  との関係を示す図である。

【図 3】

この発明に従って作製された試料 8 に係る複合磁性材料と比較例としてのフェライト焼結体についての周波数と利得 Q との関係を示す図である。

【図 4】

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  が 49.5 モル% の系における  $\text{CoO}$  量と透磁率  $\mu'$  との関係を示す図である。

【図 5】

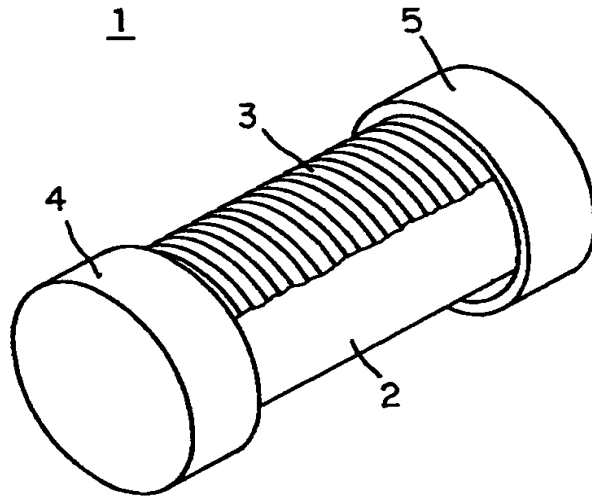
$\text{Fe}_2\text{O}_3$  が 49.5 モル% の系における  $\text{CoO}$  量と利得 Q との関係を示す図である。

【符号の説明】

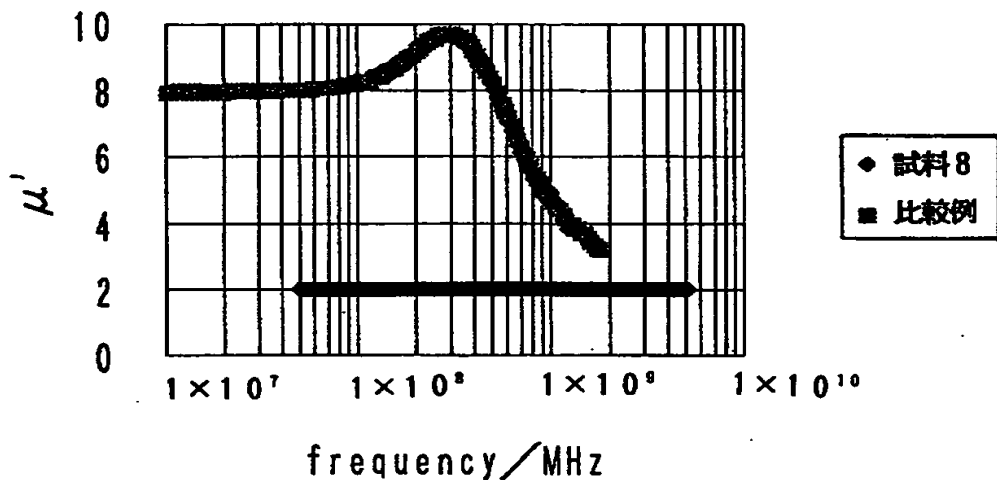
- 1 インダクタ素子
- 2 磁芯（磁性体）
- 3 巻き線

【書類名】 図面

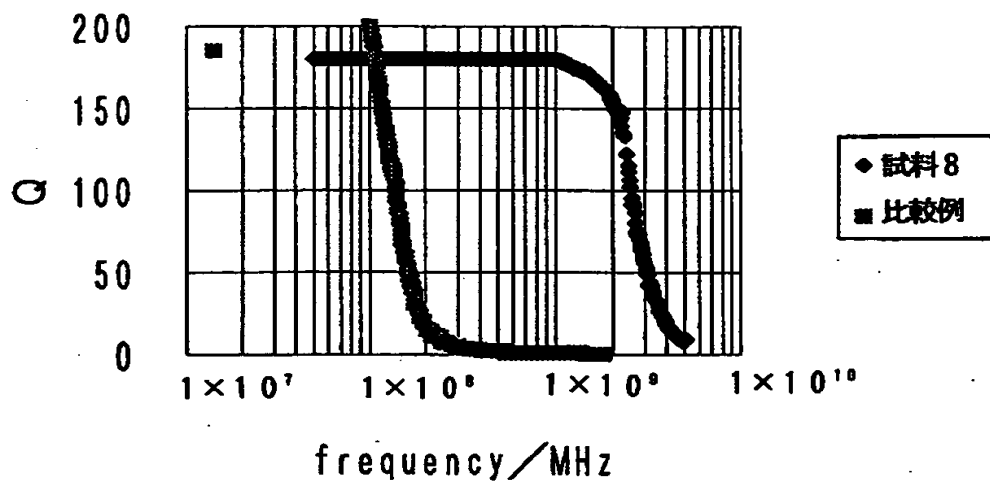
【図 1】



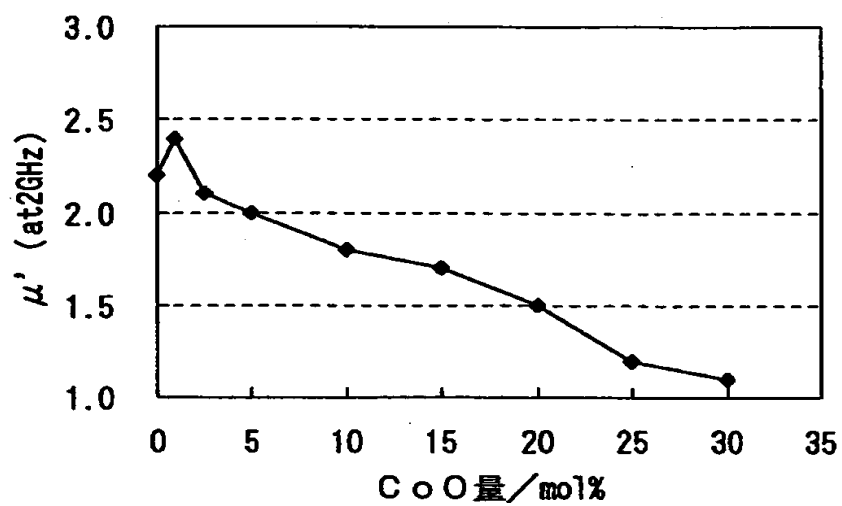
【図 2】



【図 3】

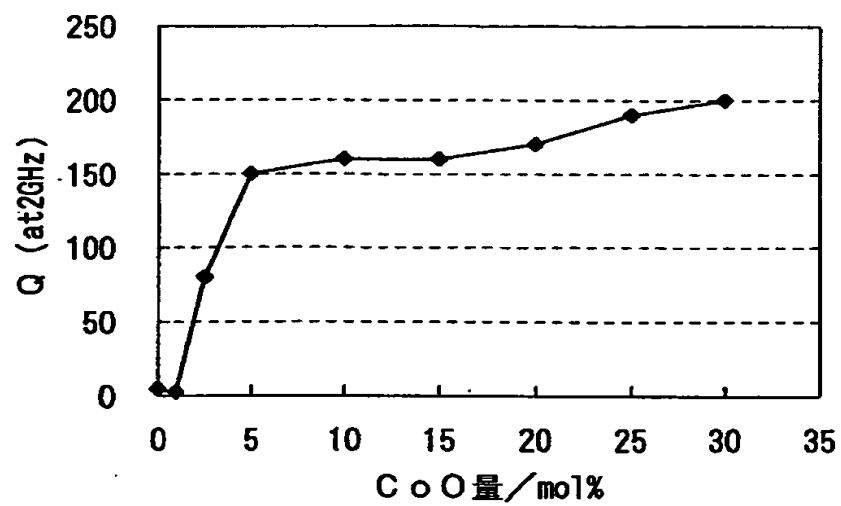


【図 4】





【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 数MHzから数GHzの周波数帯において、比較的大きな透磁率を有するとともに、比較的高い利得Qを維持し得る磁性材料を提供する。

【解決手段】 フェライト粉末と樹脂とを含む複合磁性材料としながら、フェライト粉末を構成するフェライトとして、 $(\text{NiO})_x (\text{CoO})_y (\text{MeO})_z (\text{Fe}_2\text{O}_3)_{1-x-y-z}$  で表わされる組成を有し、MeはMg、CuおよびZnから選ばれる少なくとも1種であり、 $x$ 、 $y$ および $z$ がそれぞれ、 $0.10 \leq x \leq 0.550$ 、 $0.025 \leq y \leq 0.200$ 、および $0 \leq z \leq 0.200$ であり、かつ、 $0.400 \leq (x+y+z) \leq 0.600$ の条件を満足する、スピネル型フェライトを用いる。

【選択図】 なし

【書類名】 手続補正書

【整理番号】 199184

【提出日】 平成12年 7月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【事件の表示】

    【出願番号】 平成11年特許願第305012号

【補正をする者】

    【識別番号】 000006231

    【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

【代理人】

    【識別番号】 100085143

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 小柴 雅昭

    【電話番号】 06-6779-1498

【手続補正 1】

    【補正対象書類名】 図面

    【補正対象項目名】 図 2

    【補正方法】 変更

    【補正の内容】 1

【手続補正 2】

    【補正対象書類名】 図面

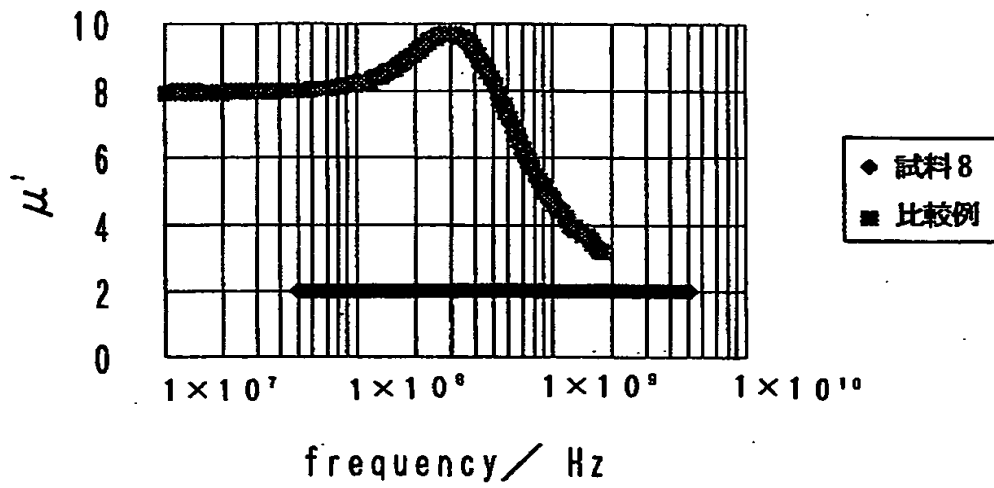
    【補正対象項目名】 図 3

    【補正方法】 変更

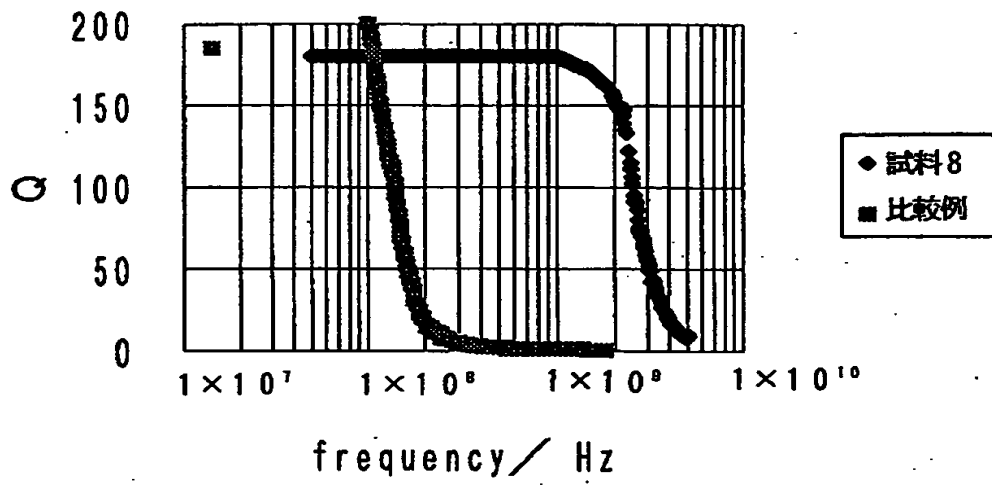
    【補正の内容】 2

【プルーフの要否】 要

【図 2】



【図3】



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006231]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府長岡京市天神二丁目26番10号

氏 名 株式会社村田製作所